

MULTIPLE-NOZZLE INK-JET HEAD AND METHOD OF MANUFACTURE THEREOF

Patent number: WO0172520
Publication date: 2001-10-04
Inventor: SAKAMOTO YOSHIKI (JP); KOIKE SHUJI (JP); SHINGAI TOMOHISA (JP)
Applicant: FUJITSU LTD (JP); SAKAMOTO YOSHIKI (JP); KOIKE SHUJI (JP); SHINGAI TOMOHISA (JP)
Classification:
- international: B41J2/045; B41J2/16
- european: B41J2/055; B41J2/14D2; B41J2/16D2; B41J2/16M3; B41J2/16M4; B41J2/16M8S; B41J2/16M8T
Application number: WO2000JP01882 20000327
Priority number(s): WO2000JP01882 20000327

Also published as:

US2003016273 (A1)

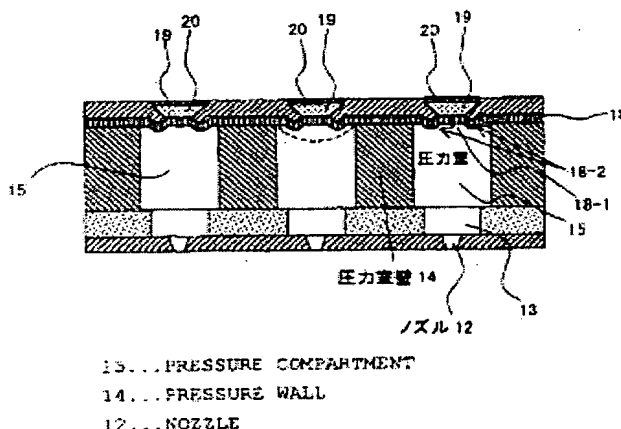
Cited documents:

JP9295402
JP58108163
JP2000006395

Report a data error here

Abstract of WO0172520

In a multiple-nozzle ink-jet head having a plurality of nozzles, crosstalk between adjacent elements is suppressed. The head comprises nozzles (12), pressure compartments (14) and bimorph drivers. The bimorph driver includes a piezoelement (19) formed on a vibrator (18). The vibrator (18) includes a linear portion (18-1) for converting the force of the piezoelement (19) into a displacement, and a nonlinear portion (18-2) between the linear portion (18-1) and a fixed part of the vibrator. The nonlinear portion (18-2) keeps the energy of strain from being transferred to the fixed part, thus decreasing crosstalk.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2001年10月4日 (04.10.2001)

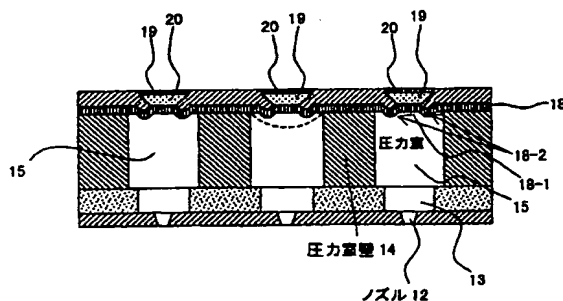
PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/72520 A1

- (51) 国際特許分類: B41J 2/045, 2/16 (SAKAMOTO, Yoshiaki) [JP/JP]. 小池 修司 (KOIKE, Shuji) [JP/JP]. 新海 知久 (SHINGAI, Tomohisa) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/01882
- (22) 国際出願日: 2000年3月27日 (27.03.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 坂本 義明
- (74) 代理人: 林 恒徳, 外 (HAYASHI, Tsunenori et al.); 〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜3-9-5 第三東昇ビル 林・土井国際特許事務所 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (国内): JP, US.
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: MULTIPLE-NOZZLE INK-JET HEAD AND METHOD OF MANUFACTURE THEREOF

(54) 発明の名称: マルチノズルインクジェットヘッド及びその製造方法



15...PRESSURE COMPARTMENT
14...PRESSURE WALL
12...NOZZLE

(57) Abstract: In a multiple-nozzle ink-jet head having a plurality of nozzles, crosstalk between adjacent elements is suppressed. The head comprises nozzles (12), pressure compartments (14) and bimorph drivers. The bimorph driver includes a piezoelement (19) formed on a vibrator (18). The vibrator (18) includes a linear portion (18-1) for converting the force of the piezoelement (19) into a displacement, and a nonlinear portion (18-2) between the linear portion (18-1) and a fixed part of the vibrator. The nonlinear portion (18-2) keeps the energy of strain from being transferred to the fixed part, thus decreasing crosstalk.

(57) 要約:

複数のノズルを有するマルチノズルインクジェットヘッドにおいて、隣接素子間のクロストークを抑圧する。ノズル (12) と、圧力室 (14) と、バイモルフ駆動体を有する。バイモルフ駆動体は、振動板 (18) 上に、ピエゾ (19) が形成されている。この振動板 (18) は、ピエゾ (19) の発生力を変位に変換する直線形状部 (18-1) と、直線形状部 (18-1) と振動板の固定部との間に設けられた非直線形状部 (18-2) とを有する。非直線形状部 (18-2) により、歪エネルギーが、固定部に伝達されることを抑制し、クロストークを抑圧する。

WO 01/72520 A1

明細書

マルチノズルインクジェットヘッド及びその製造方法

5 技術の分野

本発明は、 piezo素子を用いたマルチノズルインクジェットヘッド及びその製造方法に関し、特に、隣接素子間の機械的干渉を低減するマルチノズルインクジェットヘッド及びその製造方法に関する。

10 背景技術

図14は、従来のマルチノズルインクジェットヘッドの構成図である。このヘッド10は、駆動素子として、振動板102に、piezo素子101を積層したバイモルフ・アクチュエータの適用例を示している。このヘッドの作製方法は、図示しないMgO基板上にスパッタにて複数の個別電極100を形成し、更にpiezo101を数 μ m厚積層、パターニング形成する。この後、共通電極兼振動板102となる金属（Cr等）を全面に渡って数 μ m形成して、バイモルフ構造体を形成する。

これと別に用意する圧力室形成部材（ドライフィルムレジスト）103とノズル形成部材105を、バイモルフ構造体の個別電極100に対応する位置に合わせて接合する。その後、MgO基板をエッチング除去して、マルチノズルヘッド板10が完成する。

このヘッド10の動作は、図示しないインクタンクからヘッド10へインクが供給され、更にヘッド10内では共通路およびインク供給路を通して各圧力室104とノズル106にインクが供給される。駆動回路から駆動信号を個別電極（各ノズルに対応する電極）100に与えると、piezo101の圧電効果により、図14の点線に示すように振動板102が圧力室104内に向けて撓み、ノズル106よりインクを噴射する。このインクが印字媒体上でドットを形成し、所望の画像を形成する。

図14の点線に示す駆動時の変形は、piezo101の圧電効果（特に電界に直

交する横効果)による歪力が、電極100とピエゾ101と振動板102の各断面形状(特に厚さ)と各ヤング率の違いにより、曲げ断面中立軸において曲げモーメントとして作用し、電極100とピエゾ101と振動板102からなるバイモルフ構造体全体が撓むこととなる。

- 5 この撓みを、圧力室104内のインクが流動するよう作用させるには、同バイモルフ構造体を圧力室104に対して固定する必要がある。これにより、同固定部分を基準位置として撓む振動板102表面が、圧力室104の容積を変化し、インクの噴出が可能となる。

- 10 図15の模式図に示すように、振動板102の撓みによって圧力室104の容積を変化させるマルチノズルインクジェットヘッド10は、ノズル106の高集積化によって、隣り合うノズル106に連通する圧力室104間の壁(圧力室壁)103が薄くなる。即ち、振動板102の固定部分が狭くなる。例えば、150 dpiのヘッドでは、ノズル間隔が、169 μm 程度であり、圧力室壁103の厚みは、35 μm にする必要がある。

- 15 このことは、振動板102の固定部分103の剛性を下げることとなり、十分に振動板102の固定端としての機能を発揮しなくなる。このため、隣接する圧力室104を同一の振動板102で覆う構造においては、一つの振動板が撓む時(単素子駆動)には、この撓みの方向Aに隣接する素子の振動板部分も引き込まれ、駆動部分のみの局所的な撓みを生じ難い。また、図15に示すように、隣接
- 20 する素子を含め各々の振動板102が撓む時(多素子駆動)には、互いの振動板102が固定部分103を挟んで矢印A、B方向に引っ張り合い、釣合うため、駆動部分のみの局所的な撓みを生じ易い。

- 25 このように、駆動状態(単素子駆動または多素子駆動)によって、振動板102の撓みが異なる機械的な駆動干渉(クロストーク)を生じる。これはインクジェットヘッドではインク飛翔特性バラツキとなって現れ、印字画質を劣化させることとなる。

又、一体となっている振動板102を圧力室104毎に分割する手法が知られているが、薄い圧力室壁103で、振動板固定部の信頼性(振動板の固定端としての機能および圧力室を密閉する構造)を確保することは、ノズルの高集積度に

伴い、きわめて難しい。しかも、分割しても、ピエゾ１０１が振動板１０２の固定端に与える歪みエネルギーは変化しないため、圧力室壁１０３を介して、隣接する素子へ伝達されるエネルギーは変化しない。このため、圧力室壁が薄い高密度ヘッドでは、有効な解決策と言い難く、クロストークを防止できない。

5

発明の開示

本発明の目的は、高密度ノズルにおいても、クロストークを抑圧するためのマルチノズルインクジェットヘッド及びその製造方法を提供することにある。

- 10 本発明の他の目的は、ピエゾの発生力による振動板の歪みエネルギーが、固定部に作用するのを抑制するためのマルチノズルインクジェットヘッド及びその製造方法を提供することにある。

本発明の更に他の目的は、クロストークを抑圧し、且つバイモルフ部の変位量を拡大するためのマルチノズルインクジェットヘッド及びその製造方法を提供することにある。

- 15 この目的の達成のため、本発明のマルチノズルインクジェットヘッドは、複数のノズルと複数の圧力室を形成するヘッド基板と、前記複数の隣接する圧力室を覆う振動板と、前記振動板上に設けられ、前記各圧力室に対応して設けられた複数のピエゾ素子と、各ピエゾ素子に設けられた複数の個別電極とを有し、前記振動板の断面は、前記ピエゾ素子の範囲に設けられた直線状部分と、前記直線状部分と、前記圧力室の壁との間に設けられた非直線部分とを有する。
- 20

- 本発明は、隣接駆動素子間の振動板の平坦度を下げて、一方の駆動素子の振動板部分を変位させる時に、他方の駆動素子の振動板部分に引張力が伝わりにくくする。これによって単素子駆動と多素子駆動で変位量が異なることを防ぎ、インク飛翔特性バラツキを抑制する。このため、本発明では、振動板の断面形状において、バイモルフ駆動体のピエゾ素子の範囲は、直線形状とし、この直線形状部分と圧力室壁との間を、非直線形状とした。この非直線形状は、振動板の直線形状部分に生じる歪みエネルギーが、圧力室壁に作用するのを抑圧する。このため、隣接素子へのエネルギーの伝達を抑制でき、クロストークを抑圧できる。又、ピエゾ素子の範囲は、直線形状としたため、バイモルフ駆動体の変位量を減少しな
- 25

いで、実現できる。

又、本発明のマルチノズルインクジェットヘッドでは、前記振動板の非直線部分は、前記ピエゾ素子による前記振動板の歪エネルギーが、前記圧力室の壁に伝達するのを抑制する形状であることにより、クロストークを抑圧できる。

- 5 本発明のマルチノズルインクジェットヘッドでは、前記振動板の非直線部分は、湾曲もしくはクランク形状とすることにより、容易に、歪エネルギーの伝達を抑制する断面形状の振動板を作成できる。

- 10 本発明のマルチノズルインクジェットヘッドでは、前記振動板の非直線部分は、前記圧力室の長さ方向（長軸方向）に渡って形成されることにより、隣接素子へのクロストークを完全に抑圧できる。

本発明のマルチノズルインクジェットヘッドでは、前記振動板の非直線部分は、前記ピエゾ素子により、前記振動板が撓む方向に、凸形状を有することにより、振動板が撓み易くなり、バイモルフ駆動体の変位量を拡大できる。

- 15 本発明のマルチノズルインクジェットヘッドでは、前記振動板は、前記複数の圧力室に共通の振動板で構成されることにより、薄い圧力室壁でもバイモルフ駆動体を確実に固定でき、バイモルフ駆動体の変位特性を保ちつつ、クロストークを抑圧できる。

- 20 本発明のマルチノズルインクジェットヘッドの製造方法は、基板上に、複数の個別電極を形成するステップと、各前記個別電極上に、複数のピエゾ素子を形成するステップと、前記ピエゾ素子の設けられた範囲と、前記圧力室の壁との間に盛り上がり部分を有する絶縁層を、前記基板上に形成するステップと、前記絶縁層上に、振動板層を形成するステップと、前記複数のノズルと複数の圧力室を形成するヘッド基板を、前記各圧力室に前記各ピエゾ素子が位置するように、前記振動板層上に形成するステップとを有する。

- 25 この態様では、絶縁層のピエゾ素子の設けられた範囲と、前記圧力室の壁との間に盛り上がり部分を形成するため、容易に、振動板に直線部分と非直線部分とを形成できる。

又、本発明のマルチノズルインクジェットヘッドの製造方法では、前記ピエゾ素子を形成するステップは、両端にテーパ部分を有するピエゾ素子を形成するス

トップからなり、前記絶縁層を形成するステップは、前記ピエゾ素子の前記テーパー部分に前記盛り上がり部分を有する絶縁層を形成するステップからなることにより、ピエゾ素子の幅を減少することなく、クロストークを抑圧できる。このため、バイモルフ駆動体の変位量を減少することなく、クロストークを抑圧できる。

- 5 更に、本発明のマルチノズルインクジェットヘッドの製造方法では、振動板層を形成するステップは、前記複数の圧力室に共通の振動板層を形成するステップからなることにより、薄い圧力室壁でもバイモルフ駆動体を確実に固定でき、バイモルフ駆動体の変位特性を保ちつつ、クロストークを抑圧できる。

本発明の他の目的、形態は、以下の図面及び実施の形態からあきらかとなる。

10

図面の簡単な説明

図1は、本発明の一実施例のマルチノズルインクジェットヘッドを適用したインクジェットプリンタの構成図である。

図2は、本発明の一実施例のマルチノズルヘッドの上面図である。

- 15 図3は、図2のB-B断面図である。

図4は、図2のA-A断面図である。

図5は、図4の振動板の動作説明図である。

図6は、本発明の一実施例のマルチノズルヘッドの製造方法の説明図（その1）である。

- 20 図7は、本発明の一実施例のマルチノズルヘッドの製造方法の説明図（その2）である。

図8は、本発明の実施例の説明図である。

図9は、図8の実施例のヘッド特性図である。

図10は、図8のクロストーク抑制の特性図である。

- 25 図11は、図8の湾曲によるクロストーク抑制の特性図である。

図12は、本発明の他の実施例の説明図である。

図13は、本発明の更に他の実施例の説明図である。

図14は、従来のマルチノズルインクジェットヘッドの構成図である。

図15は、従来技術のクロストークの説明図である。

発明を実施するための最良の形態

図 1 は、本発明の一実施例のインクジェットヘッドを適用したインクジェットプリンタの構成図であり、シリアルプリンタを示している。図 1 において、キャ
5 リッジ 3 は、印字媒体 8 の主走査方向に移動する。キャリッジ 3 には、インクを収容するインクタンク 2 と、本発明のインクジェットヘッド 1 とが搭載されている。

印字媒体 8 は、給紙ローラ 5 と押えローラ 4 により、ヘッド 1 方向に搬送され、排紙ローラ 7 と押えギザローラ 6 により、排紙受け 9 方向に、搬送される。印字
10 媒体 8 の副走査方向への搬送と、キャリッジ 3 の主走査方向の移動により、ヘッド 1 は、印字媒体 8 の全体の印字が行われる。

図 2 は、マルチノズルインクジェットヘッド（以下、ヘッドという）1 の上面図、図 3 は、図 2 のヘッドの B-B 断面図、図 4 は、図 2 のヘッドの A-A 断面図である。

図 2 に示すように、ヘッド 1 は、3 つのノズルを持つ。即ち、共通インク室 1
6 に対し、インク供給路 1 7 を介して、3 つの圧力室 1 5、3 つの圧電素子（ピ
15 エゾ）1 9 が設けられている。図 3 に示すように、駆動素子として、振動板 1 8 に、ピエゾ素子 1 9 を積層したバイモルフ・アクチュエータを用いている。
このヘッドの作製方法は、図示しない MgO 基板上にスパッタにて複数の個別電
20 極 2 0 を形成し、更にピエゾ 1 9 を数 μ m 厚積層、パターンニング形成する。この
後、共通電極兼振動板 1 8 となる金属（Cr 等）を全面に渡って数 μ m 形成して、
バイモルフ構造体を形成する。

これと別に、用意する圧力室形成部材（ドライフィルムレジスト）1 4 とノズ
ル形成部材 1 0、1 1 を、バイモルフ構造体の個別電極 2 0 に対応する位置に合
25 わせて接合する。その後、MgO 基板をエッチング除去して、マルチノズルヘッ
ド板 1 が完成する。

このヘッド 1 の動作は、図 1 のインクタンク 2 からヘッド 1 へインクが供給され、更にヘッド 1 内では、共通路 1 6 およびインク供給路 1 7 を通って各圧力室
1 5 とノズル 1 2 にインクが供給される。振動板 1 8 を電氣的に接地し、駆動回

路から駆動信号を個別電極（各ノズルに対応する電極）20に与えると、ピエゾ19の圧電効果により、図4に示すように振動板18が圧力室15内に向けて撓み、ノズル12よりインクを噴射する。このインクが印字媒体上でドットを形成し、所望の画像を形成する。

- 5 図4に点線で示す駆動時の変形は、ピエゾ19の圧電効果（特に電界に直交する横効果）による歪力が、電極20とピエゾ19と振動板18の各断面形状（特に厚さ）と各ヤング率の違いにより、曲げ断面中立軸において曲げモーメントとして作用し、電極20とピエゾ19と振動板18からなるバイモルフ構造体全体が撓むこととなる。
- 10 この撓みを、圧力室15内のインクが流動するよう作用させるには、同バイモルフ構造体を圧力室104に対して固定する必要がある。これにより、同固定部分を基準位置として撓む振動板102表面が、圧力室105の容積を変化させ、インクの噴出が可能となる。具体的には、圧力室15を形成する壁14に、振動板18を固定する。
- 15 図4に示すように、振動板18の撓みによって圧力室15の容積を変化させるマルチノズルインクジェットヘッド1は、ノズル12の高集積化によって、隣り合うノズル12に連通する圧力室15間の壁（圧力室壁）14が薄くなる。即ち、振動板18の固定部分が狭くなる。例えば、150 dpiのヘッドでは、ノズル間隔が、169 μ m程度であり、圧力室壁103の厚みは、35 μ mにする必要がある。
- 20

図4に示すように、本発明のヘッド1では、複数の隣接する圧力室15を同一の振動板18で覆う構造であり、隣接駆動素子間の少なくとも一部で、振動板断面を直線状ではなく、湾曲もしくはクランク形状といった非直線断面18-2としている。この振動板の非直線異形断面部（湾曲もしくはクランク形状）18-2

- 25 2は駆動素子19から遠ざかる方向で、圧力室壁14との間に形成される。

この振動板18の非直線異形断面部18-2は、圧力室の幅方向（短軸方向）に形成される。又、この振動板18の非直線異形断面部18-2は、圧力室15の長さ方向（長軸方向）に渡って均一に形成される。このピエゾ19は厚さ5 μ m以下の薄膜ピエゾである。この振動板18の非直線異形断面部18-2は、振動

板 1 8 の圧力室壁 1 4 の接合部（振動板固定部）に全てが含まれないよう、駆動時に振動板 1 8 が撓む領域に設けられる。

図 5 は、この非直線断面部 1 8-2 を設けた振動板 1 8 の作用を説明する図である。図 5 (A) は、そのモデル図であり、振動板 1 8 は、ピエゾ 1 9 の設置範囲が、直線形状 1 8-1 であり、その両端の圧力室壁 1 4 との間に、非直線部 1 8-2 が設けられている。図中において、ピエゾ 1 9 の発生力による振動板 1 8 の歪エネルギーを解析する。

図 5 (B) は、その解析モデル図であり、振動板 1 8 の中心軸には、ピエゾ 1 9 の発生力 f_p が作用する。その軸力は、 N となる。非直線部 1 8-2 の曲率半径を ρ とすると、非直線部 1 8-2 の任意の断面では、ピエゾ発生力 f_p は、軸力 N と、せん断力 F にベクトル分解される。これにより、この断面で、曲げモーメント $M (= f_p \cdot L)$ が生じる。 L は、曲げモーメント作用長である。これにより、ピエゾ 1 9 から振動板固定部 1 8-3 に渡る振動板 1 8 に作用する歪エネルギー U は、下記式で表現できる。

$$U = U_n + U_f + U_m + U_{mn}$$

ここで、 U_n は、軸力 N による歪エネルギーであり、

U_f は、せん断力 F による歪エネルギーであり、

U_m は、曲げモーメント M による歪エネルギーであり、

U_{mn} は、曲げモーメント M の歪と軸力 N による歪エネルギーである。

この歪エネルギー成分の内、曲げモーメント M によって生じる U_m と U_{mn} 及びせん断力 F によって生じる U_f は、非直線部 1 8-2 の変形に費やされる。この曲げモーメント M 及びせん断力 F は、振動板 1 8 に作用するピエゾ発生力の方向（ここでは、 d_{31} 方向の収縮）に対し、振動板が同方向の延長線上にない形状、即ち、非直線部 1 8-2 により、発生する。

又、バイモルフ素子を変形させる方向に、非直線部 1 8-2 の凸部を設けることにより、バイモルフ素子の変形量が拡大する。即ち、非線形部 1 8-2 の変形が、非線形部 1 8-2 の曲率半径 P を大きくする方向に作用し、これにより、バイモルフ素子の変形量を拡大する。逆に、所定量の変位を得るための駆動電圧を低くすることができる。

一方、図5 (C) に示すように、従来の振動板が、直線断面のみの形状である場合には、曲げモーメントが発生しない。従って、振動板18から振動板18固定部には、歪エネルギー U_n が直接作用する。このため、ピエゾ発生力 f_p による歪エネルギー U で比較すると、本発明では、 U_f 、 U_m 、 U_{mn} にエネルギー分配されるため、固定部に作用する歪エネルギーが小さくなる。従って、圧力室壁を介して隣接する素子へ伝達されるエネルギーが小さくなり、クロストークを小さくできる。

更に、分割された振動板に適用しても、効果がある。即ち、圧力室壁で振動板が分割されているため、各々の振動板は、直接に力が作用することはないが、各々の振動板は、同一の圧力室壁に固定されているため、この壁への固定を介して隣接素子間で作用し合い、クロストークを生じる。特に、圧力室の壁が薄く、剛性の低い場合に顕著である。

本発明では、ピエゾ発生力 f_p による歪エネルギー U に対し、固定部に作用する歪エネルギー自体が小さくなるため、圧力室壁を介して隣接する素子へ伝達されるエネルギーが小さくなり、分割された振動板でも、よりクロストークを小さくできる。

このため、ノズルの集積度を上げる構造、即ち、振動板固定部が狭くなる構造において、振動板固定を確保しつつ、隣接素子間の機械的クロストークを抑制できる。特に、アクチュエータとして厚さ $5\mu m$ 以下の薄膜ピエゾを用いたバイモルフ振動板構造において同効果は顕著であり、ノズルの高集積化やヘッドの小型化に大きく寄与する。

また、印字記録装置は印字品質（画質、速度）を向上することが望まれ、インクジェットプリンタにおいては、インク粒子の微小化（ドットの微細化）とノズル数を多く構成することで実現できる。このとき要求される駆動素子として薄膜ピエゾを用いたバイモルフ・アクチュエータが極めて有望とされている。この薄膜ピエゾは薄く形成され圧電定数が高いことから、低電圧駆動で曲げ易く且つ半導体製法により高集積化を容易にする。

次に、図6及び図7により、このヘッドの製造方法を説明する。この実施例では、薄膜ピエゾの作製方法は従来例と同様であるが、ピエゾの分割をエッチング

ですることによって、ピエゾ端部断面をテーパ形状とした。これによって、振動板の湾曲形状を容易に作製できる。

① MgO基板30上に個別電極20をPtスパッタのパターニングによって必要形状を形成する。

5 ② ①上全面にピエゾ層19をスパッタによって全面形成する。

③ ②のピエゾ層19にフォトリソグラフィにより、レジストパターンを形成した後、ケミカルエッチングによって個別電極部分のピエゾを残すよう、ピエゾ19を分割する。このとき、ケミカルエッチングによって、ピエゾ端部断面はテーパ形状となる。この個別電極側のピエゾ幅は、90(μm)であり、振動板側のピエゾ幅は、70(μm)である。

④ ③上全面に感光性ポリイミド(PI)31をスピンコートする。この厚さを t_1 (μm)とする。

⑤ ④のPI(絶縁層)31を露光・現像する。後に振動板断面を湾曲形状とする範囲のPI31を残す。ここでは、図のようにピエゾ19のテーパ端面の範囲を残す。

⑥ ⑤上全面に感光性ポリイミド(PI)32をスピンコートし、露光する。このとき、新たに塗布したPI32は⑤で作製したPI31上面に厚さ1 μm で形成され、また塗布したPI32表面は表面張力によって滑らかに仕上がる。この厚さは、 t_2 (μm)である。

20 ⑦ ICPエッチング(高周波誘導結合型プラズマ装置)によりPI32を表面から必要量除去する。これにより、湾曲型が形成される。この除去量は、 t_3 (μm)である。

⑧ ⑦上全面に共通電極兼振動板18をCrスパッタによって形成する。

⑨ ⑧上にドライフィルムレジストのパターニングにより圧力室壁基部14-1を形成する。ここでは、ドライフィルムレジストの積層パターニングによりインク供給路17を形成する。

⑩ 別途作製したノズル基板(ノズル板10と導通路板11の積層板)に、ドライフィルムレジストのパターニングにより圧力室壁基部14-2を形成する。

⑪ ⑨と⑩を位置合わせして加熱接合し、ピエゾ基板のMgO30をエッチング

によって除去して完成する。

図 8 (A) 乃至図 8 (C) に本発明の実施例を示す。構成略図は圧力室の横断面（複数の圧力室を配置する方向の断面）である。駆動素子は振動板 18 と薄膜

5 実施例の特性を比較するため、以下の共通形状とした。

・個別電極 : 幅 90 (μm)、厚さ 0.1 (μm)

・薄膜ピエゾ : 圧電定数 d_{31} 100E-12 (m/V)、幅 70~90 (μm)、
厚さ 3 (μm)

・圧力室 : 長さ 1700 (μm)、幅 100 (μm)、深さ 100 (μm)

10 ・ノズルピッチ : 169 (μm) (=150dpi)

圧力室壁厚さ = ノズルピッチ - 圧力室幅 = 35 (μm)

・ノズル : 長さ 20 (μm)、直径 20 (μm)

ポリイミド (PI) シートをエキシマレーザ加工によってノズル形
成

15 ・導通路 : 長さ 50 (μm)、直径 85 (μm)

SUS シートをエッチングによってインク流路形成

ここで、図 6 及び図 7 の前記 t_1 、 t_2 、 t_3 を調整して、図 8 (A) 乃至図 8
(C) の各形状を形成し、その特性を評価した。図 9、図 10、図 11 に、実施例
と従来例のクロストーク特性比較を示す。図 9 は、ヘッドの動作特性 (15V 駆
20 動) を駆動状態 (単素子駆動と多素子駆動) とで、粒速、粒量、最大変位、それ
による、クロストーク率を比較したものである。

図 10 は、図 9 のクロストーク率において、従来例を 1 として、実施例の効果
を示したものである。図 11 は、図 10 のクロストーク率をグラフ化したもので
ある。図 11 は、実施例で形成した振動板湾曲部 18-2 の高さを横軸に採り、
25 湾曲形状による効果の傾向を示した。湾曲高さ 0 が、従来例に相当する。

以上より、実施例のように振動板 18 を平坦ではなく、一部の断面を湾曲等の
非直線異形状 18-2 であることによって、従来に比較して、隣接素子間の機械
的クロストークを抑制できることが明らかとなり、本特許の目的とするインク飛
翔特性バラツキ (粒速、粒量) を抑えることに寄与することがわかる。

これは、例え、従来例の形状のクロストークが目標とする製品仕様のバラツキ範囲内としても、本特許の形状を用いることによって抑制可能なバラツキを、その他の製造上の加工バラツキに振替えること（例えば、ノズル径の加工精度緩和）が可能となり、製造を容易にすることでも寄与する。

- 5 又、図 8（A）乃至図 8（C）では、ピエゾ 19 の両端に、ケミカルエッチングにより、テーパ部が形成されるため、振動板 18 との間に絶縁層 32 を介在できる。このため、電極間の短絡を防止して、変位に必要なピエゾ幅をとれる。更に、非直線部 18-2 を湾曲形状としているため、製造しやすく、角がない曲面のため、駆動時の変形による応力集中がなく、破断にも強い。

- 10 図 12 は、本発明の他の実施例の構成図であり、図 8 と同様に、横断面を示している。この実施例では、ピエゾ 19 に、テーパ部を形成していない。このため、非直線部 18-2 の全域まで、ピエゾ 19 の幅をとることはない。このため、非直線部 18-2 が曲がり易くなり、エネルギー伝達をより抑圧できる。

- 15 図 13（A）乃至図 13（J）は、本発明の更に他の実施例の構成図であり、非線形部 18-2 の形状の変形例を示す。図 13（A）乃至図 13（C）は、各々非直線部 18-2 を、クランク形状としたものである。図 13（E）乃至図 13（G）は、各々非直線部 18-2 を、テーパを持つクランク形状としたものである。図 13（D），図 13（H）乃至図 13（J）は、各々非直線部 18-2 を、曲面形状としたものである。これらも、同様の作用、効果を奏し、製造、設計の便
20 宜に従い、適宜選択できる。

以上、本発明を実施例により、説明したが、本発明の趣旨の範囲内において、種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲内から排除するものではない。

産業上の利用性

- 25 振動板に、非直線形状部を設けたため、ノズルの集積度を上げる構造、即ち振動板固定部が狭くなる構造において、振動板の固定を確保しつつ、隣接素子間の機械的クロストークを抑制できる。また、振動板を駆動素子の電極とした場合は、非直線異形断面部を駆動素子（対となる電極）から遠ざける形状とすることで、より微細構造となる駆動素子部の端面電極間の電氣的ショートを防ぐ。特に、ア

クチュエータとして厚さ $5\mu\text{m}$ 以下の薄膜ピエゾを用いたバイモルフ振動板構造において、これらの効果は顕著であり、ノズルの高集積化やヘッドの小型化に大きく寄与する。

請求の範囲

1. インクを噴出する複数のノズルを有するマルチノズルインクジェットヘッドにおいて、
- 5 前記複数のノズルと複数の圧力室を形成するヘッド基板と、
前記複数の隣接する圧力室を覆う振動板と、
前記振動板上に設けられ、前記各圧力室に対応して設けられた複数のピエゾ素子と、
各ピエゾ素子に設けられた複数の個別電極とを有し、
- 10 前記振動板の断面は、
前記ピエゾ素子の範囲に設けられた直線形状部分と、
前記直線形状部分と、前記圧力室の壁との間に設けられた非直線部分とを有することを
特徴とするマルチノズルインクジェットヘッド。
- 15 2. 請求の範囲 1 項記載のマルチノズルインクジェットヘッドにおいて、
前記振動板の非直線部分は、
前記ピエゾ素子による前記振動板の歪エネルギーが、前記圧力室の壁に伝達するのを抑圧する形状であることを
特徴とするマルチノズルインクジェットヘッド。
- 20 3. 請求の範囲 2 項記載のマルチノズルインクジェットヘッドにおいて、
前記振動板の非直線部分は、
湾曲もしくはクランク形状であることを
特徴とするマルチノズルインクジェットヘッド。
4. 請求の範囲 2 項記載のマルチノズルインクジェットヘッドにおいて、
- 25 前記振動板の非直線部分は、前記圧力室の長さ方向（長軸方向）に渡って形成されることを
特徴とするマルチノズルインクジェットヘッド。
5. 請求の範囲 2 項記載のマルチノズルインクジェットヘッドにおいて、
前記振動板の非直線部分は、前記ピエゾ素子により、前記振動板が撓む方向に、

凸形状を有することを

特徴とするマルチノズルインクジェットヘッド。

6. 請求の範囲 1 項記載のマルチノズルインクジェットヘッドにおいて、
前記振動板は、前記複数の圧力室に共通の振動板で構成されることを
- 5 特徴とするマルチノズルインクジェットヘッド。
7. インクを噴出する複数のノズルと複数の圧力室を有するマルチノズルインク
ジェットヘッドの製造方法において、
基板上に、複数の個別電極を形成するステップと、
各前記個別電極上に、複数のピエゾ素子を形成するステップと、
- 10 前記ピエゾ素子の設けられた範囲と、前記圧力室の壁との間に盛り上がり部分
を有する絶縁層を、前記基板上に形成するステップと、
前記絶縁層上に、振動板層を形成するステップと、
前記複数のノズルと複数の圧力室を形成するヘッド基板を、前記各圧力室に前
記各ピエゾ素子が位置するように、前記振動板層上に形成するステップとを有す
- 15 ることを
- 特徴とするマルチノズルインクジェットヘッドの製造方法。
8. 請求の範囲 7 項記載のマルチノズルインクジェットヘッドの製造方法におい
て、
前記ピエゾ素子を形成するステップは、両端にテーパ部分を有するピエゾ素子
- 20 を形成するステップからなり、
前記絶縁層を形成するステップは、前記ピエゾ素子の前記テーパ部分に前記盛
り上がり部分を有する絶縁層を、前記基板上に形成するステップからなることを
特徴とするマルチノズルインクジェットヘッドの製造方法。
9. 請求の範囲 7 項記載のマルチノズルインクジェットヘッドの製造方法におい
- 25 て、
振動板層を形成するステップは、
前記複数の圧力室に共通の振動板層を形成するステップからなることを
特徴とするマルチノズルインクジェットヘッドの製造方法。

図 1

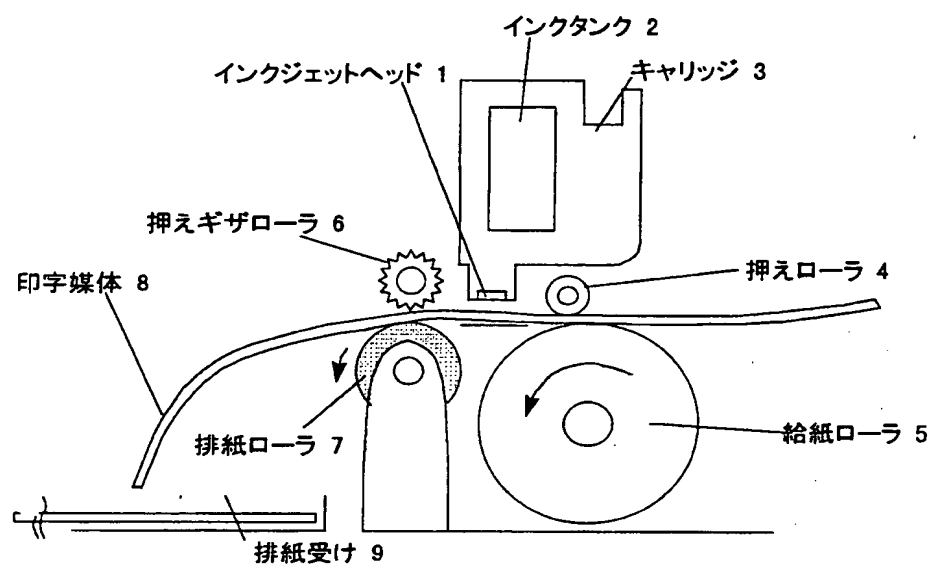


図 2

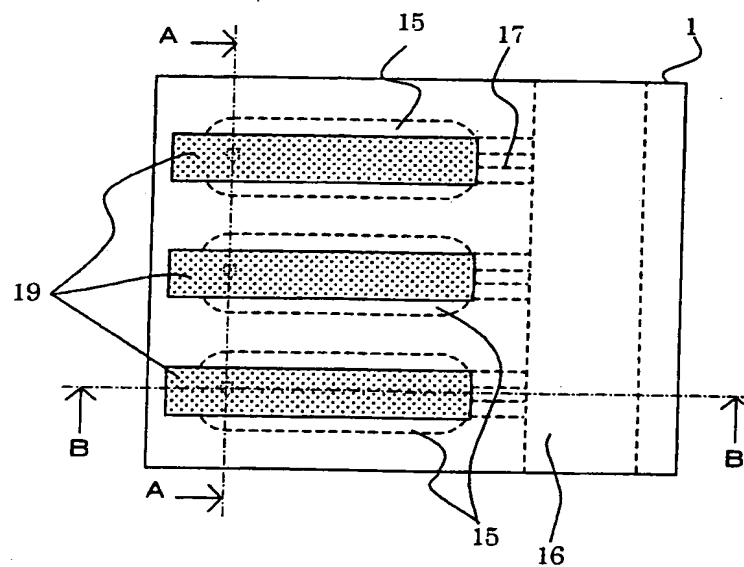


図 3

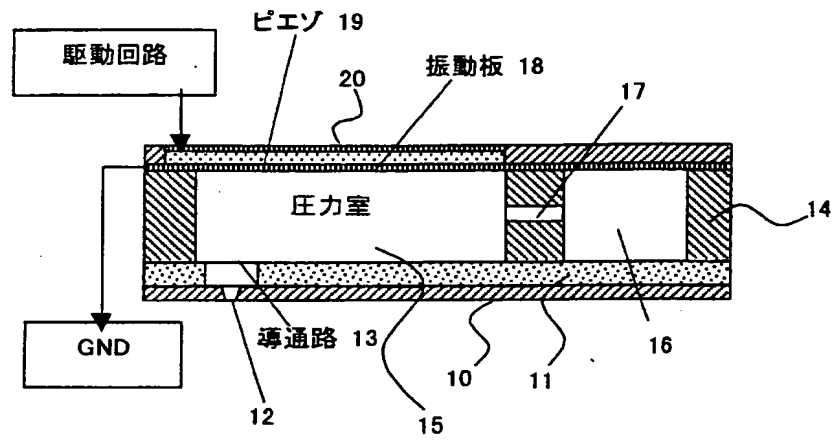


図 4

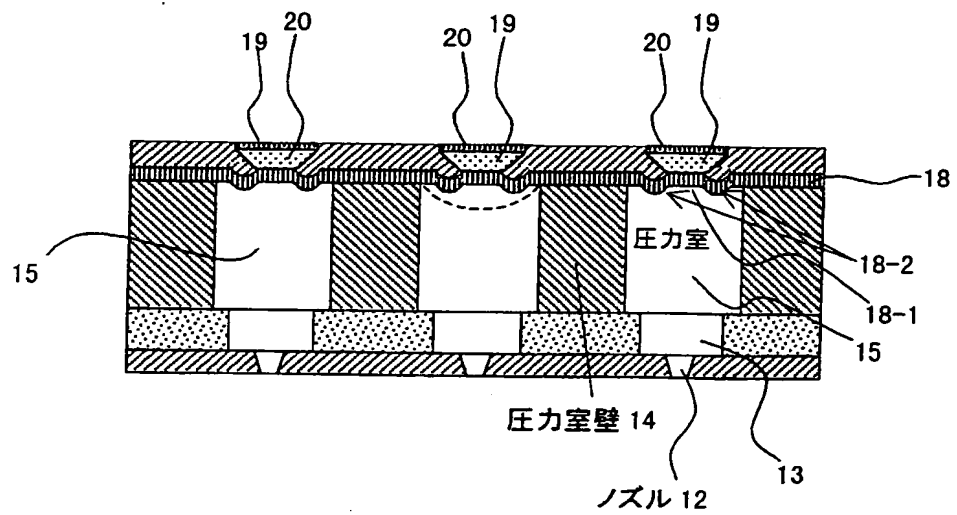
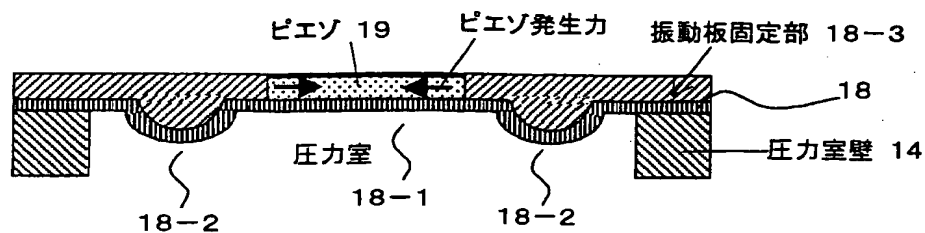
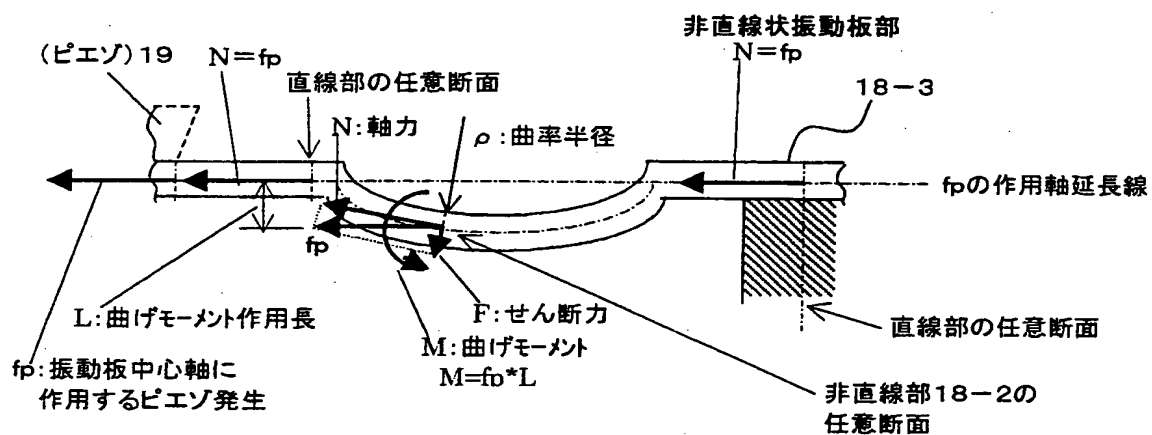


图 5

(A)



(B)



(C)

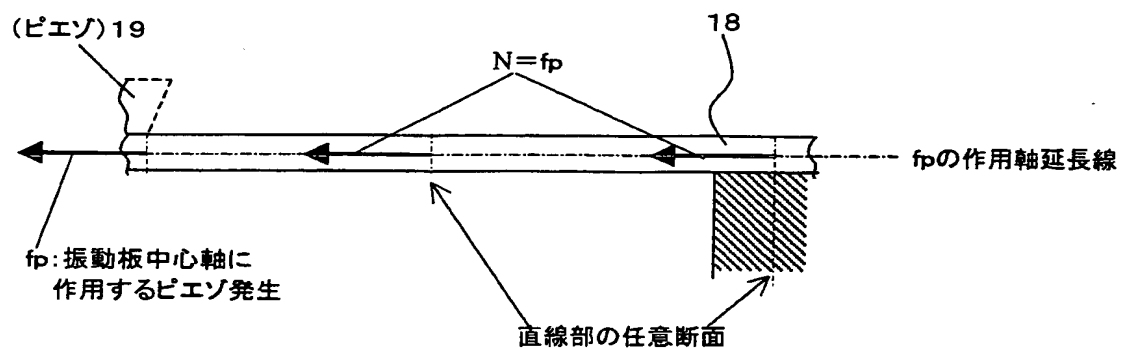


図 6

プロセスフロー図(3ノズル分の断面図示)

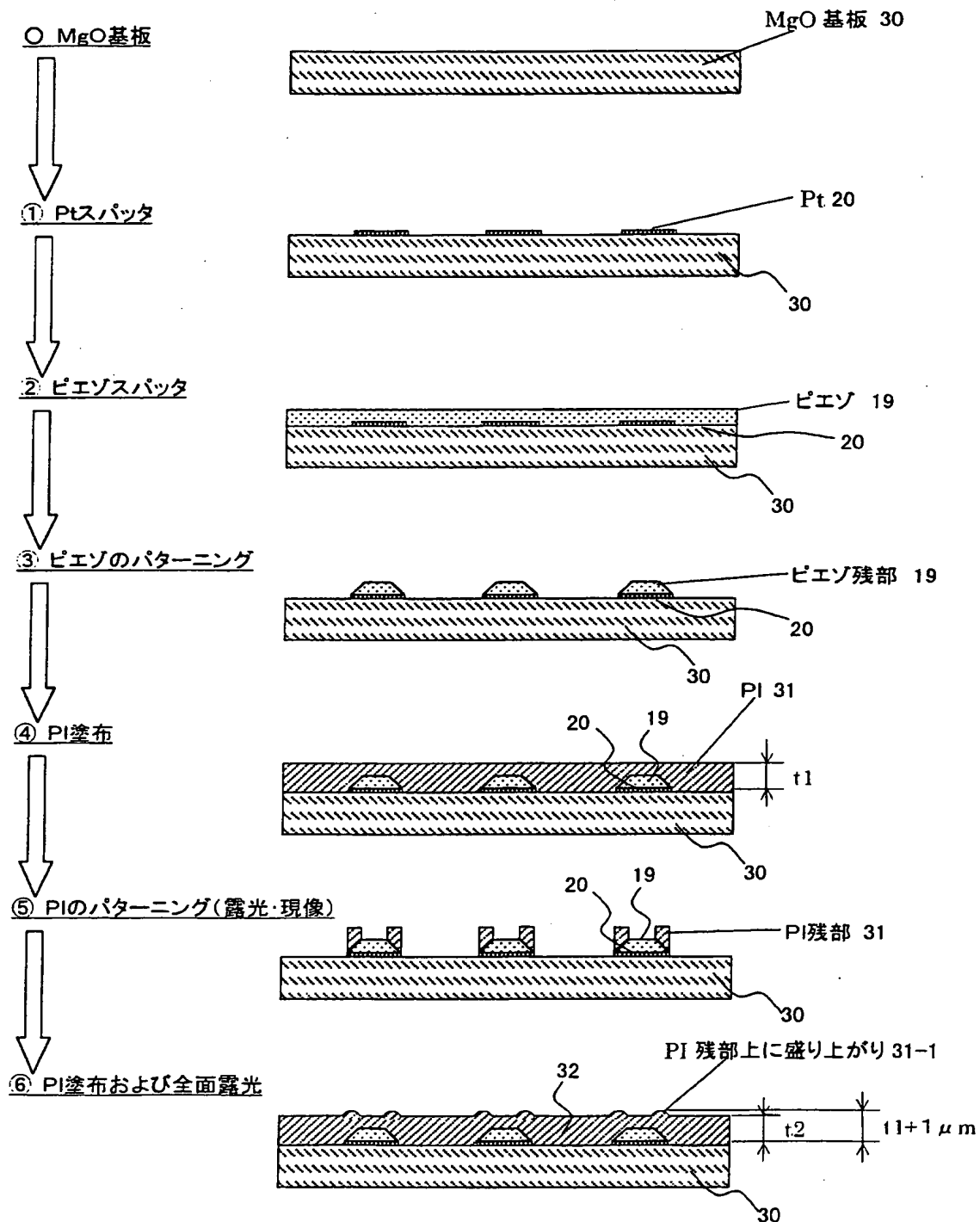


図 7

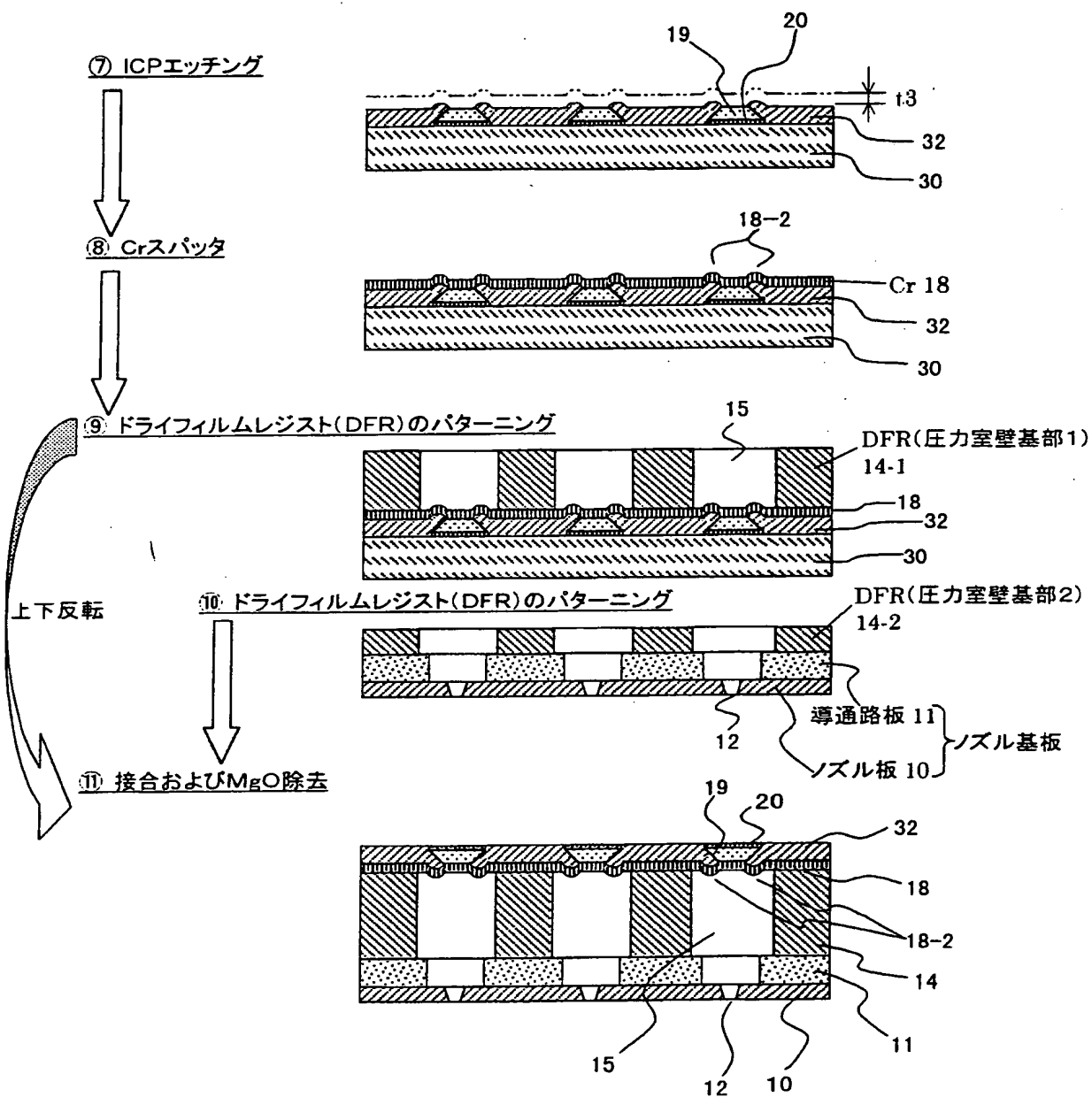
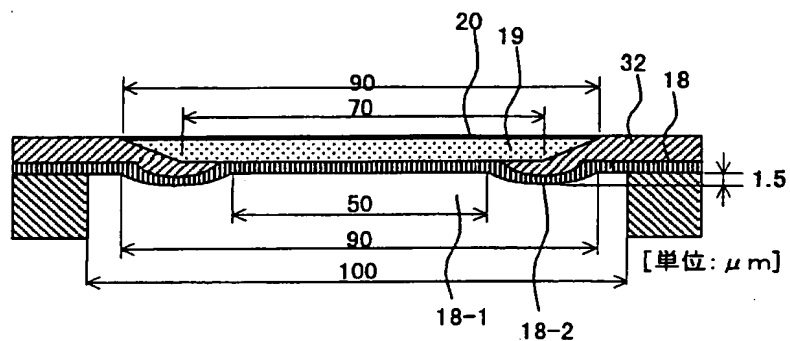


图 8

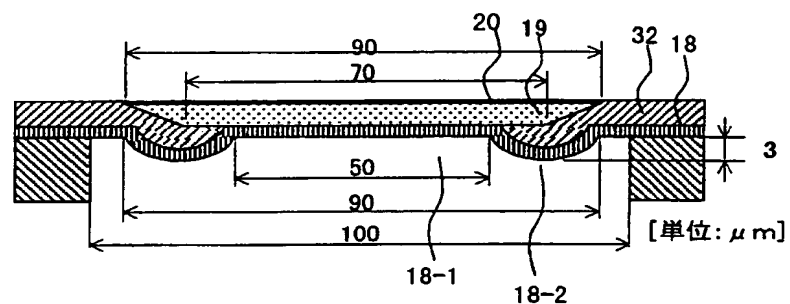
(A)

プロセス寸法	
PI積層	(μm)
t1	5.7
t2	5.5
t3	2.2



(B)

プロセス寸法	
PI積層	(μm)
t1	7.2
t2	5.5
t3	2.2



(C)

プロセス寸法	
PI積層	(μm)
t1	8.2
t2	5.5
t3	2.2

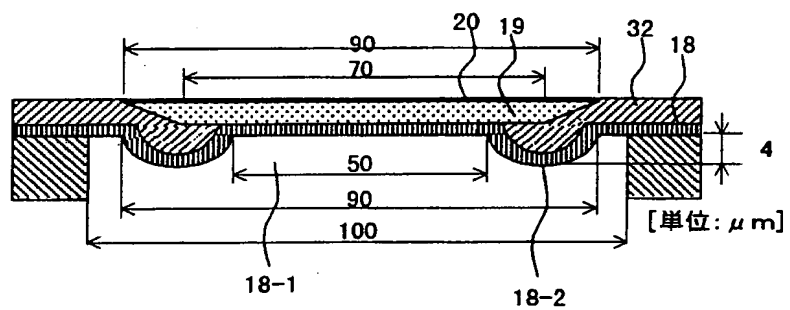


図 9

	15V駆動時						単独駆動に対する隣接駆動の変化		
	単独駆動A			隣接駆動B			クロストーク率 (B-A)/A		
	粒速	粒量	最大変位	粒速	粒量	最大変位	粒速	粒量	最大変位
	(m/s)	(pL)	(nm)	(m/s)	(pL)	(nm)			
従来例	6.3	10.1	115	6.7	10.3	121	6%	2%	6%
実施例1	6.2	9.9	113	6.5	10.0	117	5%	1%	4%
実施例2	6.3	10.0	113	6.5	10.0	116	4%	0%	3%
実施例3	6.3	10.1	113	6.6	10.1	116	4%	0%	3%

図 10

	従来例のクロストーク率を1として比較		
	粒速	粒量	最大変位
従来例	1	1	1
実施例1	0.71	0.28	0.64
実施例2	0.65	0.04	0.52
実施例3	0.65	-0.01	0.49

図 1 1

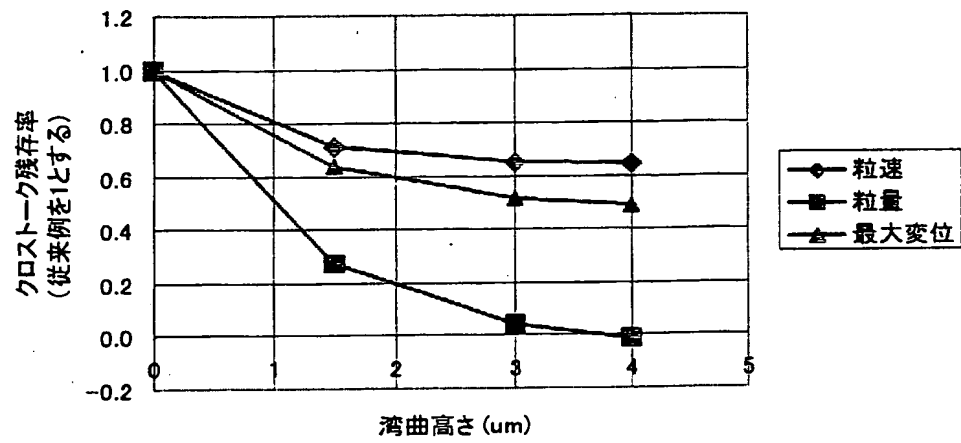


図 1 2

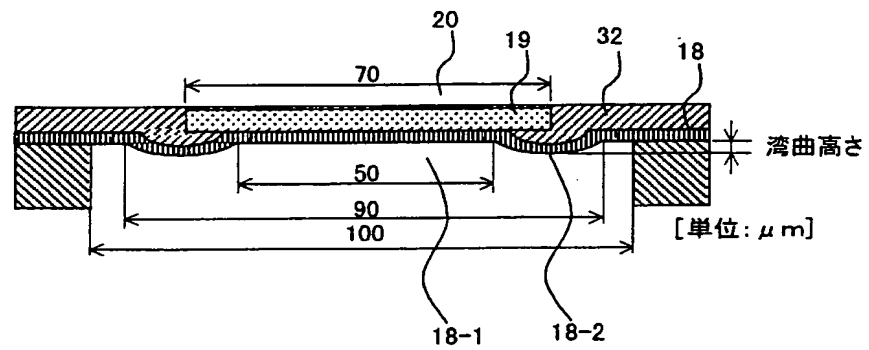


図 1 3

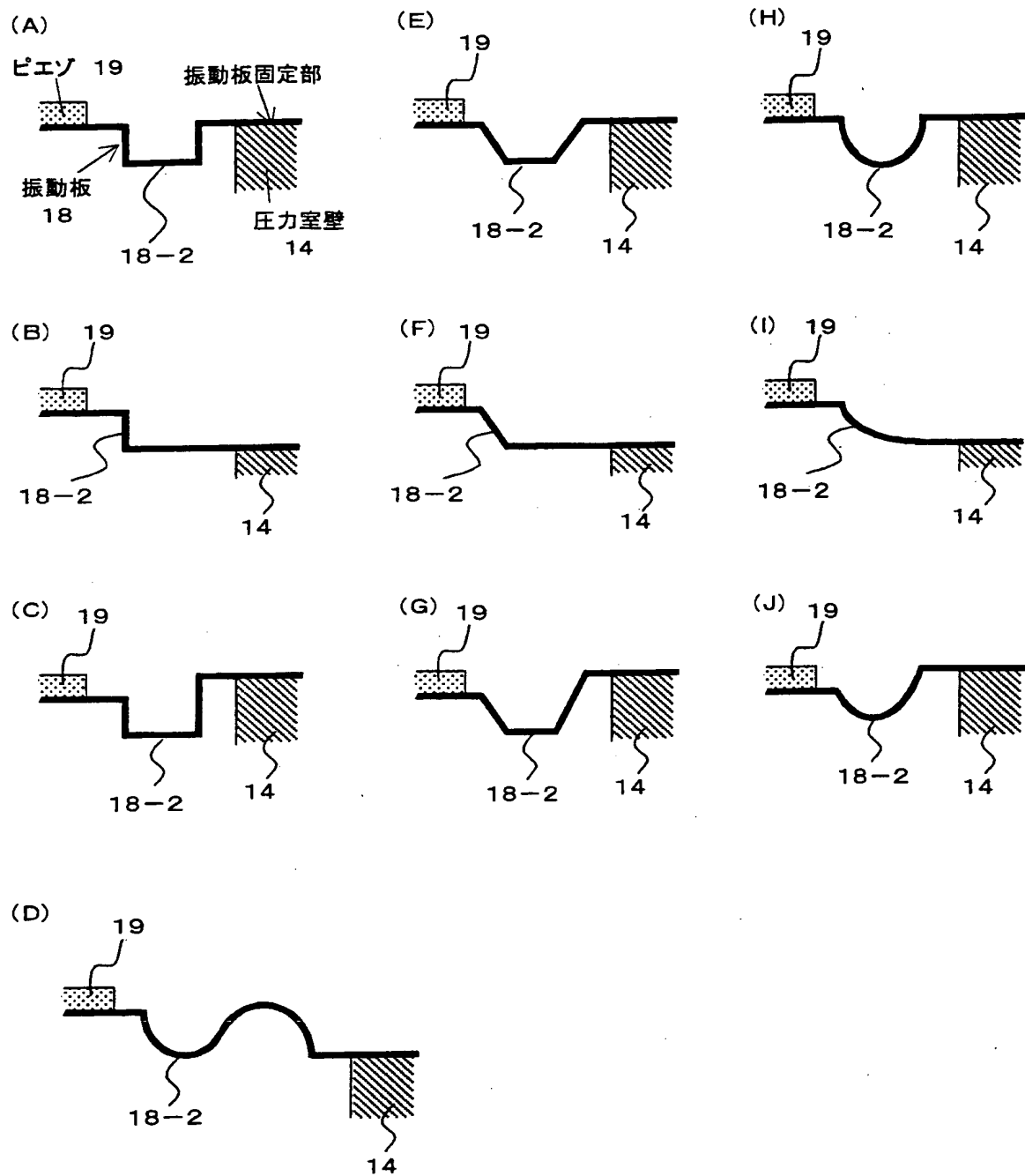


図 1 4

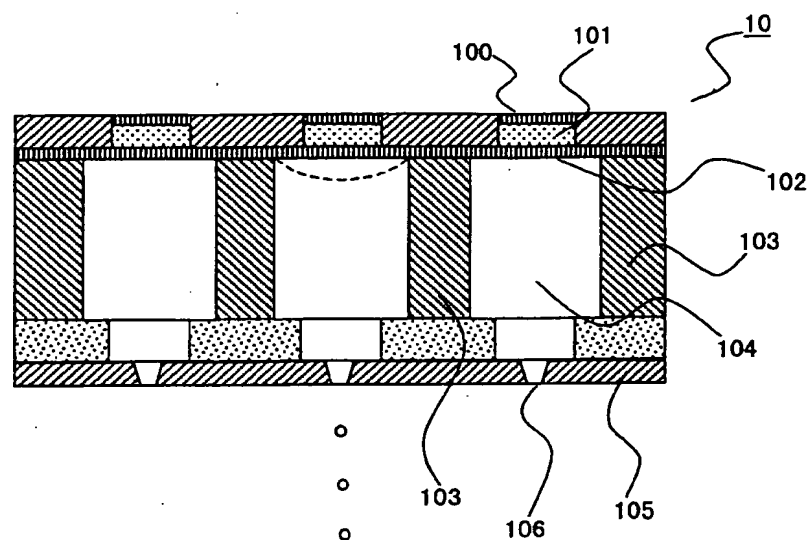
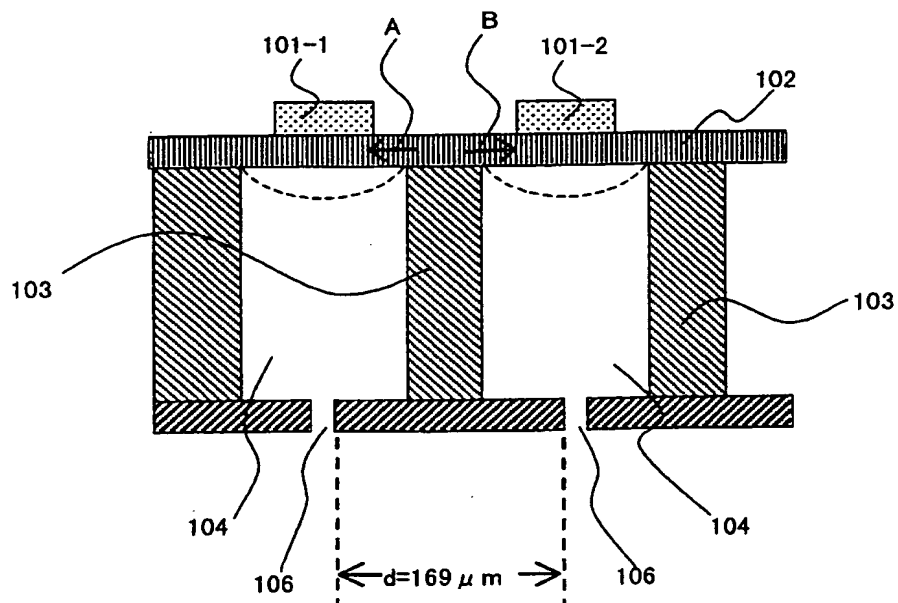


図 1 5



10 / 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/01882

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ B41J2/045, B41J2/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ B41J2/045, B41J2/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 9-295402, A (Minolta Co., Ltd.), 18 November, 1997 (18.11.97), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-6
Y	JP, 58-108163, A (Shinshu Seiki K.K., Seiko Epson Corporation), 28 June, 1983 (28.06.83), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-6
Y	JP, 2000-6395, A (Seiko Epson Corporation), 11 January, 2000 (11.01.00), Full text; Figs. 1 to 16 (Family: none)	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 June, 2000 (16.06.00)

Date of mailing of the international search report
27 June, 2000 (27.06.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. B41J2/045, B41J2/16

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. B41J2/045, B41J2/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2000年

日本国登録実用新案公報 1994-2000年

日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 9-295402, A (ミノルタ株式会社) 18. 11月. 1997 (18. 11. 97) 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-6
Y	J P, 58-108163, A (信州精器株式会社, 株式会社諏訪 精工舎) 28. 06月. 1983 (28. 06. 83) 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-6
Y	J P, 2000-6395, A (セイコーエプソン株式会社) 11. 01月. 2000 (11. 01. 00)	1-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 06. 00

国際調査報告の発送日

27.06.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

菅藤 政明

2P

9305

電話番号 03-3581-1101 内線 3261

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	全文, 第1-16図 (ファミリーなし)	